

Bitlis Yöresi Topraklarının Fosfor Adsorpsiyon ve Fiksasyon Durumlarının Nükleer Yöntem ile Belirlenmesi

Şafak CEYLAN¹

Rafet KILINÇ²

Dilek KARAKAŞ³

Summary

Determination of Phosphorus Adsorption and Fixation Capacities of Soils in Bitlis Province via Nuclear Method

The main objective of the study was to determine the P-adsorption and fixation capacities of the soil on which tobacco is grown in Bitlis province and their relation with the soil characteristics. In the study, 29 soil samples were used and P³² was applied. The results were summarized as follows:

-The experimental soils were generally slightly acidic and have notral reaction. They were sandy loam in texture and poor in CaCO₃, humus content and sufficient in exchangeable Ca⁺⁺, Mg⁺⁺

-The available phosphorus content of the soils were found high.

- In soils, there are positive effects of clay, exchangeable Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ on the phosphorus adsorption and fixation but sand and available phosphorus have negative effects. In addition it was found a relation between the P fixation capacity and CEC of the soil.

-It was found that P-adsorption and fixation capacities of the soils samples were between 8.22-9.28 mg/100g soil and 5.56-8.98 mg/100g soils, respectively.

The result of the research shows that because of the deficit of the available P content, 20.6 % of the soils in Bitlis province can respond to the phosphorus fertilization. From this point of view, it is very important to decrease fixation by some preventions in the soils which will be fertilized with phosphorus.

Key Words: phosphorus adsorption - fixation, Bitlis soils, clay, nuclear method.

¹ Doç. Dr., Ege Üniversitesi Ödemiş Meslek Yüksekokulu, safak@bornova.ege.edu.tr

² Prof. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü

³ Zir. Yük. Müh, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü

Giriş

Günümüzde mevcut toprak potansiyelimizden en iyi şekilde yararlanmak, dolayısı ile maksimum miktar ve kalitede üretimi sağlamak amacı ile gübre kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Gübre olarak en fazla miktarda kullanılan bitki besin maddelerinden biri de fosfordur. Fosfor besin elementi, toprak bileşenleri ve bazı kimyasal özellikleri ile etkileşim sonucu kolaylıkla bitkinin alamayacağı formda fikse olabildiğinden, toprakta mevcut olan ve de gübre olarak toprağa verilen fosfordan beklenen yarar sağlanamamaktadır. Bu açıdan bakıldığında toprakların fiksasyon kapasitelerini belirlemek ve bunun toprak özellikleri ile ilişkilerini ortaya koymak bilinçli ve etkin bir gübreleme programına ışık tutacaktır. İklimsel, bitkisel ve toprak özelliklerindeki bölgesel farklılıklar ve etkileşimler bu çalışmaların yöresel olarak yapılması gereğini ortaya koymaktadır. Nitekim, Kacar (8) Çukurova; Kacar ve ark. (9) Karadeniz; Kovancı ve Kılınç (14) Burdur; Bayraklı (2) Doğu Karadeniz; Kılınç (10) İzmir; Fırat ve ark. (6) Harran Ovası; Kırmızı (12) Büyük Menderes Havzası; Kılınç ve ark. (11) Gediz Havzası topraklarının fosfor fiksasyon özelliklerini araştırmışlardır. Yurt dışında da farklı yörelerde benzer çalışmalar yapılmıştır (3, 16, 20, 22).

Bu çalışmanın amacı, Bitlis yöresinde yaygın olarak tütün tarımı yapılan toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitelerini belirlemek ve bunların toprak özellikleri ile ilişkilerini saptamaktır. Elde edilecek verilerin, yörede herhangi bir bilimsel veriye dayandırılmadan, gelişigüzel yapılan gübrelemeye yön vereceği umulmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Toprak örnekleri Bitlis yöresinde tütün yetiştirilen 29 ayrı yerden 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Örneklerin pH, CaCO₃ organik madde, tekstür, KDK değerleri Kırmızı ve Tüfenkçi (13)' den alınmıştır. Toprak örneklerinde değişebilir Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ 1N NH₄OAC yöntemiyle Pratt (18)'a göre; alınabilir P, Olsen (17)'e göre belirlenmiştir.

Toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasiteleri Kacar ve ark. (9)'nın verdiği yöntemle saptanmıştır; yöntemde 0.01 M CaCl₂ çözeltisi içine, mililitresinde 10 µg radyoaktif P ile etiketlenmiş KH₂PO₄ ilave edilerek çalkalama çözeltisi hazırlanmıştır. Toprak örnekleri bu çözelti ile çalkalanıp süzölmüş ve santrüfuj edildikten sonra kurutularak, Geiger Müller sayacı ile radyoaktivite sayımları

yapılmıştır. Buna göre fosfor adsorpsiyon kapasiteleri hesaplanmıştır. Bu analizler sırasında süzme işleminde filtre kağıdı üzerinde kalan örnekler belli işlemlerden geçirildikten sonra tekrar radyoaktivite sayımları yapılarak toprakların suda eriyebilir formda adsorbe etmiş oldukları fosfor miktarları ve fosfor fiksasyon kapasiteleri saptanmıştır. Araştırma sonuçları minitab paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bitlis yöresinde, tütün tarımı yapılan toprakların bazı önemli özellikleri Çizelge-1’de verilmiştir. Buradan da izlendiği gibi topraklar genelde hafif asit ve nötr reaksiyonlu, kumlu-tın tekstürde olup, CaCO₃’ce fakir, organik maddece düşük veya orta düzeydedir. Değişebilir Ca ve Mg içeriği iyi, alınabilir P içeriği ise yüksektir.

Yöre topraklarının fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitelerine ilişkin veriler ise Çizelge-2’de sunulmuştur. Buna göre; 24 saatlik çalkalama süresi sonunda toprağa verilen fosforun %82.2-94.9 arasında değişen miktarları adsorbe edilmiştir. Bu miktarlar 100 g toprakta 8.22-9.49 mg fosfora eşdeğerdir. Adsorbe edilen fosforun 0.51-2.66 mg/100g’ı suda çözünür formda toprağa bağlanmıştır. Geriye kalan 5.56-8.98 mg/100g arasında değişen miktarlar ise suda çözünemeyen formda fikse edilmiştir. Fikse edilen miktarlar, toprağa verilen fosforun %55.6-89.8’ini oluşturmaktadır.

Bu veriler ışığında, araştırma topraklarının fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitelerinin çok yüksek olduğu görülmektedir.

Türkiye’nin değişik yörelerinde yapılan çalışmalarda fosforun farklı oranlarda fikse olduğu ortaya konmuştur. Nitekim, Büyük Menderes Havzası’nda %36-91.5 (12), Karadeniz Bölgesi’nde %38-76 (9), Çukurova yöresinde %28.4-90.4 (8), Burdur ilinde %44.2-93.2 (14) oranında fosfor fiksasyon kapasitesi belirlenmiştir.

Bitlis yöresi tütün yetiştiriciliği yapılan toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasiteleri ile önemli ilişkiler veren toprak özellikleri ve bunlara ilişkin korelasyon katsayıları, regresyon denklemleri Çizelge-3’te verilmiştir. Buna göre fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitesi ile tekstür fraksiyonlarından kum negatif, kil pozitif olarak önemli düzeyde ilişkili bulunmuştur. Benzer şekilde Hagemann (7) ince kum ve kabakum fraksiyonları; Kılınç (10) ve Kırmızı (12) kum fraksiyonu ile fosforun tutulması arasında negatif ilişki gözlemiştir.

Çizelge-1. Bitlis Yöresi Tütün Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Ör. No.	pH*	CaCO ₃ * (%)	O.M.* (%)	Kum* (%)	Mil* (%)	Kil* (%)	Tex. Snf. **	KDK* me/100g	Değişebilir		P (ppm)
									Ca (ppm)	Mg (ppm)	
1	6.8	0.49	2.81	74.4	20	5.6	SL	19	2100	68	33.2
2	6.7	0.25	3.86	42.4	26	31.6	CL	25	2900	120	33.0
3	6.8	0.33	2.48	46.4	24	29.6	CL	29	3000	130	28.4
4	6.2	0.33	1.93	54.4	28	17.6	SL	23	2300	68	41.0
5	6.7	0.41	2.97	72.4	20	7.6	SL	25	2000	78	33.0
6	6.2	0.25	1.93	58.4	26	15.6	SL	17	2100	78	34.1
7	6.5	0.41	4.28	59.2	28	12.8	SL	26	3200	95	45.8
8	6.6	0.16	2.48	59.2	26	14.8	SL	15	2000	53	35.9
9	7.1	0.49	1.45	50.4	32	17.6	L	4	2700	140	7.1
10	7.2	0.16	1.45	55.2	22	22.8	SCL	13	2000	91	28.9
11	6.7	0.08	1.51	59.2	28	12.8	SL	19	1800	55	22.2
12	7.0	0.49	2.62	58.4	26	15.6	SL	12	1800	55	39.7
13	6.9	0.03	2.62	57.2	20	22.8	SCL	32	3800	225	26.4
14	6.8	0.66	2.07	74.4	14	11.6	SL	19	1600	58	57.6
15	7.0	0.66	2.14	22.4	24	53.6	C	40	3700	240	8.8
16	6.3	0.33	2.21	52.4	34	13.6	L	25	2400	63	20.1
17	6.5	0.33	3.45	33.2	26	40.8	C	14	2200	90	42.6
18	5.9	0.33	1.51	60.4	26	13.6	SL	21	2200	115	11.9
19	7.0	1.07	0.89	72.4	18	9.6	SL	18	3500	70	27.6
20	7.0	0.58	0.75	61.2	18	20.8	SCL	21	2500	120	23.2
21	7.2	1.48	1.65	46.4	20	33.6	SCL	36	4300	190	15.3
22	6.5	0.49	2.21	61.2	24	14.8	SL	16	1700	56	59.5
23	6.8	0.41	3.17	59.2	28	12.8	SL	20	2400	110	29.3
24	6.3	0.00	1.65	72.4	18	9.6	SL	13	1800	107	13.2
25	7.3	1.24	0.75	56.4	20	23.6	SCL	33	4900	230	10.3
26	7.1	0.33	2.90	62.4	18	19.6	SL	31	4000	175	26.3
27	6.3	0.16	2.41	64.4	24	11.6	SL	18	1700	80	23.0
28	6.2	0.49	1.31	62.4	24	13.6	SL	12	2100	130	23.0
29	7.1	0.66	2.69	58.4	26	15.6	SL	22	2400	100	46.2
Min.	5.9	0.00	0.75	22.4	14	5.6		4	1600	50	7.1
Max.	7.3	1.48	4.28	74.4	34	53.6		40	4900	240	59.5

* : pH, CaCO₃, O.M., Tekstür, KDK Değerleri, Kırmızı ve Tüfenkçi (1993)'den alınmıştır.

** : Kumlu-tın: SL, Killi-tın: CL, Tın: L, Kumlu Killi-tın: SCL, Killi: C

Sunduğumuz çalışmada, yukarıda belirtilen bulguyu doğrular nitelikte en yüksek kil içeriğine sahip 15 no'lu örnekte fosfor adsorpsiyon ve fiksasyonu maksimum düzeyde bulunmuştur. Benzer sonuç pek çok araştırmacı tarafından da ortaya konmuştur (11, 12, 15, 19, 21). Toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitesi ile alınabilir fosfor içeriği arasında negatif ve değişebilir Ca⁺⁺ ile Mg⁺⁺ içeriği arasında pozitif önemli ilişkiler saptanmıştır.

Çizelge-2. Bitlis Yöresinde Tütün Tarımı Yapılan Toprakların P Adsorpsiyon ve Fiksasyon Kapasitelerine İlişkin Veriler

Ör. No.	Adsorpsiyon		Suda çözünür formda adsorbe		Fiksasyon	
	Verilen P'nin %si	mg/100g Toprak	Verilen P'nin %si	mg/100g Toprak	Verilen P'nin %si	mg/100g Toprak
1	85.9	8.59	14.1	1.41	71.8	7.18
2	92.0	9.20	8.0	0.80	84.0	8.40
3	90.5	9.05	9.5	0.95	81.0	8.10
4	83.9	8.39	16.1	1.61	67.8	6.78
5	85.2	8.52	14.9	1.49	70.4	7.04
6	87.8	8.78	12.2	1.22	75.6	7.56
7	86.4	8.64	13.6	1.36	72.8	7.28
8	87.7	8.77	12.3	1.23	75.4	7.54
9	89.6	8.95	10.4	1.04	79.2	7.92
10	89.8	8.96	10.2	1.02	79.5	7.96
11	83.9	8.39	16.1	1.61	69.8	6.98
12	86.5	8.65	13.5	1.35	73.0	7.30
13	87.8	8.78	12.2	1.22	75.6	7.56
14	85.9	8.59	14.4	1.44	71.2	7.12
15	94.9	9.49	5.1	0.51	89.8	8.98
16	86.1	8.61	13.9	1.39	72.2	7.22
17	84.0	8.40	16.0	1.60	68.0	6.80
18	86.3	8.63	13.7	1.37	72.5	7.25
19	86.1	8.61	13.9	1.39	72.2	7.22
20	89.8	8.98	10.2	1.02	79.6	7.96
21	90.7	9.07	9.3	0.93	81.4	8.14
22	86.3	8.63	13.7	1.37	72.5	7.25
23	82.2	6.22	26.6	2.66	55.6	5.56
24	89.1	8.91	10.9	1.09	78.2	7.82
25	92.8	9.28	9.4	0.94	81.2	8.12
26	88.4	8.84	11.6	1.16	76.8	7.68
27	83.8	8.38	16.2	1.62	67.6	6.76
28	88.5	8.86	11.5	1.15	79.8	7.98
29	84.9	8.49	15.1	1.51	69.8	6.98
Min.	82.2	8.22	5.1	0.51	55.6	5.56
Max.	94.9	9.49	26.6	2.66	89.8	8.98

En yüksek fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitesi belirlenen 15 no'lu örnekte değişebilir Mg içeriğinin en yüksek düzeyde oluşu ve alınabilir fosfor düzeyinin düşük olması bulunan korelasyon ilişkilerini doğrulamaktadır. Bu konuda yapılan farklı çalışmalarda da benzer sonuçlar ortaya konmuştur (4,8,10). Toprakların KDK'ları ile fosfor adsorpsiyon kapasitesi arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur.

Çizelge-3. Bitlis Yöresi Tütün Topraklarının P Adsorpsiyonu ve P Fiksasyonu İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları (r), Regresyon Denklemleri (Y)

Toprak Özellikleri X	Y	r	Regresyon Denklemleri
Kum	Adsorpsiyon	-0.447*	Y= 94.2 – 0.12X
	Fiksasyon	-0.427*	Y= 88.1 – 0.24X
Kil	Adsorpsiyon	0.624**	Y= 84.3 + 0.17X
	Fiksasyon	0.572**	Y= 68.1 + 0.35X
KDK	Adsorpsiyon	0.493**	Y= 64.3 + 0.15X
	Fiksasyon	0.347 _{Ö.D.}	Y= 68.9 + 0.27X
Alınabilir P	Adsorpsiyon	-0.397*	Y= 90.6 – 0.11X
	Fiksasyon	-0.422*	Y= 80.7 – 0.21X
Değişebilir Ca	Adsorpsiyon	0.500**	Y= 82.4 + 19.6X
	Fiksasyon	0.456*	Y= 65.7 + 34.4X
Değişebilir Mg	Adsorpsiyon	0.631**	Y= 83.4 + 0.04X
	Fiksasyon	0.579**	Y= 67.2 + 0.07X

* : %5 düzeyinde önemli

** : %1 düzeyinde önemli

Toprakların KDK'ları genelde içermiş oldukları Ca^{++} ve Mg^{++} gibi değişebilir katyonları yansıttığından, KDK 'nin dolaylı etkisinden söz edilebilir. Farklı çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur (6,8).

Tütün tarımı yapılan yöre toprakları, Olsen'e (Kovancı ve Kılınç, 1977) göre değerlendirildiğinde, 11 ppm'den az alınabilir fosfor içeren 9,15,25 no'lu topraklarda fosforlu gübrenin etkisi kesin, 12-16 ppm fosfor içeren 18,21 ve 24 no'lu topraklarda ise gübrenin etkisi muhtemeldir. 16 ppm'den fazla alınabilir fosfor içeren diğer alanlarda ise fosforlu gübrenin etkisi mümkün görülmemektedir. Bu bağlamda yörede, toprakların % 20.6'sı fosforlu gübrelemeye cevap verebilecek nitelikte değerlendirilebilir. Bu veriler ışığında, yörede verim ve kaliteyi arttırmak amacıyla, fosforlu gübre uygulaması yapılması gereken alanlarda, yüksek fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon değerleri göz önüne alınarak, fiksasyonu azaltıcı önlemlerin alınması gereği ortaya çıkmaktadır. Buna göre, fosforlu gübrelerin en erken ekim sırasında ve tohumla beraber uygulanması, uygulama şeklinin bant halinde olması veya yapraktan gübreleme yoluna gidilmesi önerilebilir. Ayrıca organik madde ve humusun, fosforun yarayışlılığını

arttırdığı göz önüne alınarak, özellikle organik madde içeriği düşük alanlarda organik madde kaynaklarının kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Özet

Bu araştırmanın amacı, Bitlis yöresinde tütün tarımı yapılan toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon durumlarını belirlemek ve bunların toprak özellikleri ile ilişkilerini ortaya koymaktır. Bu amaçla 29 toprak örneği kullanılmış ve P^{32} uygulaması yapılmıştır. Çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Topraklar genelde hafif asit ve nötral reaksiyonlu, kumlu tın tekstürde, $CaCO_3$ 'ce fakir, organik madde içeriği düşük veya orta düzeydedir. Değişebilir Ca^{++} ve Mg^{++} 'ca iyi durumdadır.
- Topraklar alınabilir fosfor yönünden zengin bulunmuştur.
- Toprakların P adsorpsiyon kapasiteleri 8.22-9.28 mg/100g toprak ve fiksasyon kapasiteleri 5.56-8.98 mg/100g toprak arasında değişmektedir.
- Topraklarda P adsorpsiyon ve fiksasyonu üzerine toprak özelliklerinden kil, değişebilir Ca^{++} ve Mg^{++} 'un pozitif; kum ve alınabilir fosforun negatif, etkileri saptanmıştır. Ayrıca toprakların fosfor adsorpsiyon kapasiteleri KDK ile önemli düzeyde ilişkili bulunmuştur.

Araştırma sonucunda yöre topraklarının alınabilir fosfor içeriği yönünden %20.6'sının, fosforlu gübrelemeye cevap verebilecek nitelikte olduğu görülmektedir. Bu anlamda fosforlu gübre uygulamaları yapılacak alanlarda fiksasyon azaltıcı önlemler önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: fosfor adsorpsiyon- fiksasyon , Bitlis toprakları, kil, Nükleer yöntem

Kaynaklar

1. Attaga, D. O., Ometi, V., 1981, Phosphate sorption characteristics and the use of sorption isotherms evaluating the phosphate requirement of the oil palm on some acid soil, soil an Fertilizers, 43 (12) 1080.
2. Bayraklı, F., 1975, Bayburt ve Erzincan Ovaları İle Rize İli Topraklarının Fosfor Durumları Üzerinde Araştırmalar, A.Ü.Z.F. Yayınları No.358, Erzurum.
3. Butegwa, C. N., Mullins, G. L., Chien, S. H., 1996, Induced phosphorus fixation and the effectiveness of phosphate fertilizers derived from Sukulu Hills phosphate rock, Fertilizer Research 44(3), 231-240.
4. Dolui, A. K., Gangodadhay, S. K., 1984, Fixation of phosphate in relation to properties of some red and Lateritic soils of west Bengal. Indian Journal of Agricultural Chemistry, 17 (2): 177-182.
5. Eleizalde, B., 1980, Adsorption of phosphorus in alluvial soils of Zaragoza Province, Spain, Soil and Fertilizer, 43 (12) 1080.
6. Fırat, B., Baysal, İ., Yıldırım, B., Kurucu, N., 1989, Harran Ovası Topraklarının Potasyum ve Fosfor Adsorpsiyonu İle Fiksasyon Durumları, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği Sempozyumu, İstanbul.

7. Hagemann, O., 1971, Das-P Festlegungsvermögenden Boden und seine Abhängigkeit von ebhängigkeit von einigen bodeneigenschaften. Arc Bodenfruchtbarkeit, II. pflanzen product Bd., 5. H. 3, 177-187.
8. Kacar, B., 1965, Çukurova Topraklarının Fosfor Fiksasyonu, A.Ü.Z.F. Yıllığı, 15 (2), 158-179.
9. Kacar, B., Çelebi, G., Oskay, K., Katkat, V., 1975, Karadeniz Bölgesi Asit Reaksiyonlu Topraklarında P Fiksasyonu ve Etkileyen Faktörler, TÜBİTAK Yayınları No.265, TOAG Seri No.44, Ankara.
10. Kılınç, R., 1979, İzmir İli Tarım Topraklarının P Durumunun Radyoizotop Yöntemleriyle Saptanması ve Toprak Özellikleri İle İlişkiler, E.Ü.Z.F. Dergisi, 16 (3), 202-225.
11. Kılınç, R., Atalay, İ. Z., Karakaş, D., 1992, Gediz Havzası Allüvial Topraklarında Fosfor Fiksasyonu ve Bunu Etkileyen Etmenlerin Nükleer Yöntemlerle İncelenmesi, E.Ü.Z.F. Dergisi, 29 (2-3), 79-86.
12. Kırmızı, Ş., 1990, Büyük Menderes Havzası Topraklarında P ve K Fiksasyonu ve Buna Etki Eden Etmenlerin İncelenmesi, E.Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi (basılmamış).
13. Kırmızı, Ş., Tüfenkçi, Ş., 1993, Bitlis Bölgesi Tarım Topraklarının Potasyum Durumu ve Bunların Bazı Toprak Özellikleri İle İlişkileri, Y.Y.Ü.Z.F. Dergisi, ISSN 1018-9424, 3 (1-2), 187-203.
14. Kovancı, İ., Kılınç, R., 1977, Burdur İli Topraklarının P Fiksasyonu ve Toprak Özellikleri İle İlişkileri, Bitki Dergisi, 4 (1), 55-67.
15. Lekwa, G., Whiteside, E. P., 1986, Coastal Plain soils of Southeastern Nigeria; II. Forms of extractable iron aluminum and phosphorus soil Sci. Soc. Of Amer. Jour., 50 (1): 160-166.
16. Mello, F. A. F., De Krug, F., Carriel, J. M., Lopes, M. I. S., Geraldi, R. N., Neto, V. L. I., 1981, Fixation of phosphorus in a dark red latasol soil and Fertilizer 4 (7), p. 609.
17. Olsen, S. R., Cole, V., Watanabe, F. S., Dean, L. A., 1954, Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate, U.S.D.A.
18. Pratt, P. F., 1965, Potassium, Editor, C.A. Black, Methods of Soil Analysis, Part 2, American Society of Agronomy Inc., Publisher, Madison, Wisconsin, USA, 1022-1039.
19. Radaelli, L., Ippola, A., D'arriga, C. M., 1987, Silt Aggregates From Clay Phosphate Fixation by CaCO₃, Agrochimica, 31 (3), 203-210.
20. Simonis, A. D., 1984, Phosphorus and potassium fixation characteristics of greek soils, 9th. World Fertilizer Congress Proceedings, Vol.3, 267-273.
21. Solis, P., Torrent, T. T., 1988, Fosfat Sorption by Calcereous Vertisols and Inceptisols of Spain, Soil Sci. Soc. Amer. Journal, 53 (2), 456-459.
22. Wong, H. H., Kalpage, F.S.C.P., 1980, Studies on phosphorus in Malaysian Soils, II. Retention of added soluble p. Soil and Fertilizer 43 (5), p. 408.